ERJ
Engineering Research Journal
Faculty of Engineering
Menoufia University

تأثير العمارة الذكية على العمارة المصرية المعاصرة

أ.د/ إيمان عيد عطية　　　د/ حسام الدين مصطفى　　　م/ مى أمير أبو الخير

ملخص البحث

تعد المبانى من أعلى المجالات استهلاكاً للطاقة، فهى تستهلك مايقرب من 40% من استهلاك الطاقة العالمى، ومسئولة عن نفس النسبة تقريباً من انبعاثات الغازات المسببة للاحتباس الحرارى، وتشكل أيضاً نحو70% من استهلاك الكهرباء. نتيجة لذلك زاد الإهتمام بمحاولة إيجاد حلول متطورة ومبتكرة، فظهرت المبانى الذكية وأصبحت نمط هام فى أسلوب الحياة الحالية، وإعترفت صناعة التشييد والبناء بمساهمة المبانى الذكية فى علاج مشاكل الطاقة العالمية، ولكنها غير مستغلة بالشكل الكافى. وبزيادة وعى الدول للمشاكل التى يواجهها العالم مستقبلياً فى توفير كمية الطاقة المطلوبة لتلبية الإحتياجات السكانية قامت عدة مبادرات لتطوير تلك النظم التى تدير المبانى الذكية بإعتبارها مبانى موفرة للطاقة. تتناول الورقة البحثية مجموعة من الحلول والأفكار المعمارية لحل مشاكل الطاقة والإستفادة من منظومة العمارة الذكية ويتم ذلك عن طريق إستعراض أنظمة العمارة الذكية، ثم عرض بعض النماذج العالمية للوقوف على أهم تطبيقات وعناصر الأنظمة الذكية لتقليل استهلاك الطاقة بالمبانى، ومن ثم عمل مقارنة بين تلك العناصر للوقوف على مدى إمكانية تنفيذ هذه الأفكار ووضع معايير واضحة للوصول إلى النتائج المرجوه.
يتكون هذا البحث من أربعة أجزاء وهى: 1- الدراسة النظرية لأنظمة العمارة الذكية. 2- عرض بعض الأمثله العالمية والعربية والمحلية للعمارة الذكية وما ينتج عنها من توفير فى الطاقة. 3- المقارنة بينها لتوضيح مدى تأثير العمارة الذكية. 4- النتائج والتوصيات.

كلمات مفتاحية: العمارة الذكية، أنظمة تقنية، أنظمة البيئية، أنظمة ما بعد التشغيل، توفير الطاقة.

Abstract

One of the fields which hugely consumes energy is buildings. It's consumption around 40% from the global energy consumption, the same percentage from the gas emissions that cause global warming, addition to 70% from electricity consumption globally. that’s why there has been trials to find innovated & developed solutions, so that smart buildings become an important life style in the current way of life, recognized by construction industry and as they contribute to solving the global energy problems, but untapped sufficiently. Taking into our consideration that smart buildings are saving energy, with increasing the countries awareness about the current energy problems that will be treated in the future, in order to provide the sufficient citizen needs of energy, many development and initiatives have been implemented to manage smart buildings. This paper consists of four parts: 1-Smart architecture theoretically study 2- presenting some global examples from the smart architecture and its consequences of saving the energy.3- compare to illustrate the impact of smart architecture.4- findings and recommendations.

Keywords : Smart Architecture, IT Systems, Environmental Systems, Insurance Systems, Energy Saving.

المقدمة:

يعتبر كلاً من الاقتصاد والطاقة والتكنولوجيا القوى المحركة للمبانى الذكية. فنتيجة للتطور التكنولوجى والنمو الاقتصادى وظهور مشاكل الطاقة اتجه العالم لمحاولة إيجاد حلول متطورة لبناء وتشغيل المبنى بأقل تكلفة فعلية وأعلى كفاءة وأقل إستهلاك للطاقة. لم تعد التقنيات المستخدمة فى البناء مجرد تقنيات إنشائية، ولكن بفضل العلم أصبح المبنى إلكترونياً ويمكن التحكم فيه عن بعد. ليس كل مبنى يحتوى على نظام ذكى متطور يسمى مبنى ذكى، ولكن المبنى الذكى يجب أن يحتوى على مجموعة من الأنظمة التكنولوجية الذكية التى تتكامل فيما بينها بحيث تسمح بتبادل المعلومات وإتخاذ القرار وتنفيذه فيما يسمى نظم التشغيل الآلى. تطور المبنى الذكى من مجرد طريقه لرفع إنتاجية المستخدم وتحقيق أكبر قدر من الراحة وتوفير الوقت والمال ليصبح حل أمثل للحفاظ على الطاقة.

مشكلة البحث : تكمن مشكلة البحث فى كيفية تأثير العمارة الذكية على تصميم المبنى، وتأثير تطبيق أنظمة العمارة الذكية فى المبنى على البيئة والطاقة.

الهدف من البحث: يتمثل الهدف الرئيسى للبحث فى معرفة ماهى العناصر المعمارية التى تأثرت بالعمارة الذكية، وتأثير تطبيق أنظمة العمارة الذكية على البيئة والطاقة.

أهمية البحث: وضع توصيات لتصميم المبنى الذكى، وإثبات مدى أهمية تطبيق أنظمة العمارة الذكية على المبانى الجديدة أو القائمة بالفعل ومدى تأثيرها على البيئة والطاقة.

منهجية البحث: يتبع البحث منهج دراسة الحالة من خلال دراسة عدة أمثلة وعرض الأنظمة الذكية المطبقة فيها وتأثيرها.

المبنى الذكى هو المبنى الذى يعتمد على التقنيات التكنولوجية التى إكتسب بها القدرة على إتخاذ القرارات وتغير البيئة الداخلية بما

يتوافق مع إحتياجات المستخدم والتكيف والتوافق مع البيئة الخارجية لتحقيق الراحة والحفاظ على البيئة.

1- مراحل تطور العمارة الذكية :

بدأت المبانى الذكية عن طريق التحكم الآلى فى عمليات الخدمات وأجهزة الاتصالات فى المبنى، ومع التطور السريع للتكنولوجيا الالكترونية وتكنولوجيا الحاسب الآلى وتكنولوجيا المعلومات أصبحت أنظمة المبنى الذكى أكثر تطوراً، وإزداد مستوى التكامل بين النظم تدريجياً[(1)]، وقد مر هذا التطور بثلاث مراحل:

1-1 **المرحلة الأولى:** بدأت المبانى الذكية بتنفيذ أنظمة منفصلة ومتخصصة ذات وظيفة واحدة، من ١٩٨١م إلى ١٩٩٠م.

1-2 **المرحلة الثانية:** بدأ تكامل الأنظمة على مستوى المبنى، فتم دمج كلاً من نظام التشغيل الآلى ونظم الاتصالات، فتمكن المستخدم من الإتصال بنظام التشغيل الآلى عبر شبكة الإنترنت وعرف بالمبنى الفعال، من 1990م إلى 2002م.

1-3 **المرحلة الثالثة:** تكاملت الأنظمة الذكية وأصبحت تدار على مستوى المنشأه أو على مستوى المدينة، وأصبحت الأنظمة الذكية أنظمة شبكية متكاملة، من 2002م حتى الآن.

2- أنظمة العمارة الذكية :

يعتمد المبنى الذكى على تصميم المبنى واستخدام الأنظمة التكنولوجية المتطورة والمتكاملة، ومن الممكن تقسيم هذه الأنظمة إلى عدة أقسام: أنظمة تقنية وأنظمة بيئية وأنظمة ما بعد التشغيل.

2-1 أنظمة تقنية:

تقوم الأنظمة التقنية بالرصد والإشراف والتحكم فى الأنظمة التكنولوجية الموجودة فى المبنى الذكى، وعمل تقارير متابعة لكل الأنظمة والأجهزة الخاصة بها، لضمان الأداء الوظيفى للبيئة المبنية، وتنقسم الأنظمة التقنية إلى:

2-1-1 نظام إدارة المبنى أو نظام التشغيل الآلى: يضم نظام التشغيل الآلى العديد من الأنظمة الفرعية، التى ترتبط معاً لتشكيل نظام متكامل يضمن سير العمل بكفاءة، من خلال التحكم والرصد المستمر وتوفير نظام صيانة وقائى للحفاظ على كفاءة التشغيل. يربط نظام التشغيل الآلى أجهزة الاستشعار والتحكم فى كل طابق بوحدة تحكم رئيسية مدعومة بجهاز تحليل البيانات server وقاعدة بيانات لتخزين البيانات وتحديثها. يتم تجميع متطلبات وبيانات المبنى عن طريق أجهزة الإدخال، مثل أجهزة الاستشعار، والتحكم والتواصل لتلبية تلك الاحتياجات.

2-1-2 نظام إدارة المرافق: يشمل تخصصات متعددة من خلال دمج المستخدمين والفراغ والتشغيل والتكنولوجيا، لضمان الأداء الوظيفى للبيئة المبنية، فهو نظام شامل يجمع وظائف إدارة تشغيل المرافق والأنظمة التكنولوجية فى المبنى معاً.

2-2 الأنظمة البيئية:

مع تزايد المخاوف بشأن إرتفاع تكاليف الطاقة وتأثير انبعاثات الكربون، بدأت الهيئات التنظيمية بالتقييم ووضع أهداف الأداء البيئى للمبانى من خلال تحديد الآثار البيئية المحتملة واتخاذ التدابير اللازمة للتعامل معها وتلبية تطلعات المستخدمين، عن طريق الأنظمة البيئية التى تعمل على ضمان راحة المستخدمين والحفاظ على البيئة والطاقة.

2-2-1 نظام التهوية والتكييف HVAC: يختلف نظام HVAC فى المبانى التجارية والمؤسسية عنه فى المبانى السكنية النموذجية، فالمبانى الكبيرة لديها كثافة أكبر من المستخدمين والإضاءة وغيرها من المعدات وينتج عنها انبعاثات حرارية أكثر، وتصبح تنقية الهواء أو إعادة تدويرة أكثر أهمية من توفير درجة الحرارة المناسبة لضمان راحة المستخدمين، والخطوة الرئيسية لتحقيق أقصى قدر من كفاءة HVAC فى المبنى هو الحد من أحمال التدفئة والتبريد.

2-2-2 نظام الإضاءة: تؤثر الإضاءة على عدة جوانب هامة فى المبنى، فلها تأثيرات جمالية على المبنى وفراغاته والجانب العملى والوظيفى هو توفير الإضاءة لتسهيل عمل ومهام المستخدمين داخل وحول المبنى. تستخدم الإضاءة لأغراض أخرى مثل الإضاءة كجزء من الأمن وتحقيق أكبر قدر من إنتاجية المستخدمين أو لتحسين رد فعل المستخدمين.

2-2-3 نظم إدارة الطاقة: يعمل نظام إدارة الطاقة من خلال الرصد والتحكم فى أنظمة المبنى مثل التدفئة والتهوية وتكييف الهواء والحرارة والإضاءة لزيادة كفاءة الطاقة فى المبنى وتحسين وسائل الراحة، بالإضافة إلى قدرة المبنى على توليد الطاقة.

2-3 أنظمة تأمين ما بعد التشغيل:

يحتاج المبنى الذكى للتأمين ولحلول إدارة المخاطر ودعم دورة حياة المعدات به، فيفضل أن تكون أنظمة التأمين جزءاً لا يتجزأ من تصميم المبنى الذكى، وقد قامت العديد من المنظمات بتركيز جهودها على خلق أسس التصميم الآمن.

2-3-1 أنظمة إدارة الصيانة: هى الجزء الأكثر أهمية وتكلفة لنظام إدارة الطاقة ويمكن أن تكون نظم إدارة الطاقة ونظم إدارة الصيانة قائمة بذاتها أو مدمجة مع وحدة البرامج لأنظمة إدارة المرافق لاسترجاع البيانات وتحديد متى تحتاج المعدات أو المواد للصيانة. يمكن ربط العديد من برامج أنظمة إدارة الصيانة مما يسمح لمديرى المرافق الوصول إلى وظائف محددة والتحكم فيها عن بعد، بالإضافة إلى قوانين الأمان المطبقة على البيانات.

2-3-2 نظم مراقبة الوصول: تزداد الأهمية الحيوية لنظام مراقبة الدخول لمراعاته تأمين المبنى، ويتم ربطه بنظام إنذار الحريق لتسهيل الخروج فى حالة إخلاء المبنى وأنظمة المراقبة بالفيديو والتى تعرف أيضاً بأنظمة الدوائر المغلقة وهى جزء أساسى من

خطة التأمين. يجب أن تدمج نظم مراقبة الدخول مع عدة أنظمة أخرى فى المبانى الذكية مثل (المراقبة بالفيديو، التكييف والتهوية، وغيرها) وكذلك يتم تبادل البيانات مع أنظمة الأعمال مثل الموارد البشرية والتوقيت والحضور.

2-3-3 نظام إنذار الحريق: هو نظام التأمين الرئيسى للمبنى فهو يقلل من احتمال الإصابة ومن كمية الخسائر. يتم وضع وتجديد القواعد واللوائح والمعايير التى تؤثر على تصميم وتركيب أنظمة الحريق لتكون واسعة النطاق ومفصلة.

2-4 تكامل الأنظمة الذكية:

هو ضم أنظمة المبنى مادياً من حيث الكابلات والفراغات الخاصة بالمعدات ودعم البنية التحتية وهى تمس ايضاً الاستخدام المشترك للبروتوكولات المفتوحة من قبل الأنظمة، ووظيفياً من حيث قدرة نظم متعددة على التعاون معاً، وبالتالى توفير الوظائف التى لايمكن أن يوفرها أى نظام منفصل، فالتكامل ضرورى لمعظم وظائف نظم المبنى الذكى مثل الرصد الآلى والإدارة لتحقيق الأداء الأمثل للمبنى. يزيد دمج الوظائف من المرونة وامكانية الإدارة الذكية للمبنى. ومن الأنظمة التى يجب أن تتكامل فى المبانى الذكية:

2-4-1البنية التحتية: أجهزة الاستشعار والكابلات الانشائية وشبكات الإتصالات ... إلخ.

2-4-2 أنظمة المبنى (أنظمة التحكم فى المعلومات): نظام إدارة المبنى ونظام التحكم فى التهوية والتكييف ونظام التحكم فى الدخول ونظام التحكم فى الإضاءة ... إلخ.

2-4-3 أنظمة تكنولوجيا المعلومات: التشغيل الآلى (الانترنت، البيانات ... إلخ) واللإعلام (صوتيات، فيديوهات، موسيقى... إلخ).

3- تطبيقات أنظمة العمارة الذكية فى المبانى:

لم تعد تنحصر المبانى الذكية على تطبيق الأنظمة الذكية فقط ولكنه يبدأ من تصميم المبنى وكذلك يتم مشاركة المعلومات عبر البنية التحتية لشبكة الانترنت، وأصبحت الأنظمة الذكية أنظمة شبكية متكاملة. يظهر ذلك فى أمثلة المبانى الذكية الآتية:

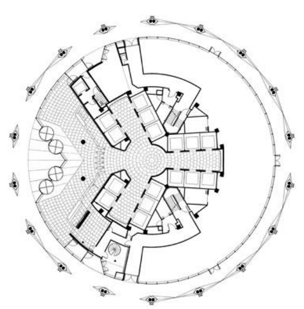
3-1 مبنى Swiss Re Tower

من تصميم "نورمان فوستر" يقع بوسط مدينة لندن ويتكون من 41 طابق بتصميم مسقط أفقى دائرى بمساحة كلية 46,450م2 وإرتفاع 180م كتلة المبنى المميزة قللت من كمية الرياح التى تنحرف إلى الأرض مقارنة ببرج مشابه له فى الحجم، الشكل (1)، مما ساهم فى الحفاظ على راحة المشاه فى الشارع، وخلق فوارق ضغط خارجية يتم استغلالها كنظام فريد للتهوية الطبيعية، وزاد من امكانية تغلغل الإضاءة الطبيعية إلى داخل المبنى.



شكل (1) مبنى Swiss Re Tower

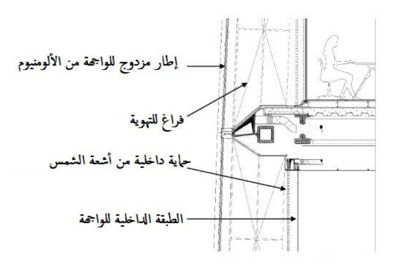
سمح المسقط الأفقى الدائرى بوجود مساحات مفتوحة خالية من الأعمدة، وأعطى مرونة وسهولة لتكيف الفراغات مع الاستخدامات المختلفة، وسمح بجعل الواجهة كاملة من الزجاج، مما أتاح نسبة أكبر من الإضاءة والتهوية الطبيعية، فالبرج يستخدم نصف الطاقة المستخدمة لإضاءة وتهوية برج إدارى آخر مشابة له فى الحجم، كما هو موضح فى الشكل(2).



شكل (2) المسقط الأفقى الدائرى لبرج Swiss Re Tower

يحتوى المبنى على عدة أنظمة ذكية مثل:

- أجهزة استشعار الطقس على واجهات المبنى.
- أجهزة استشعار الحركة والإضاءة داخل المبنى.
- نوافذ أوتوماتيكية تمد المبنى بالهواء والإضاءة الطبيعية ويوفر ذلك حتى ٤٠% من استهلاك المبنى للطاقة كل عام[(2)].
- الغلاف الخارجى للمبنى من طبقتين من الزجاج (الطبقة الخارجية منها عبارة عن زجاج مزدوج)، والطبقتين تحصران فراغ من الهواء، ويوجد ستائر بين الطبقتين، وهى تعمل كنظام تكييف طبيعى لكل المبنى، شكل (3).



شكل (3) قطاع رأسى فى الغلاف الخارجى لبرج Swiss Re Tower

2-3 مبنى GSW headquarters

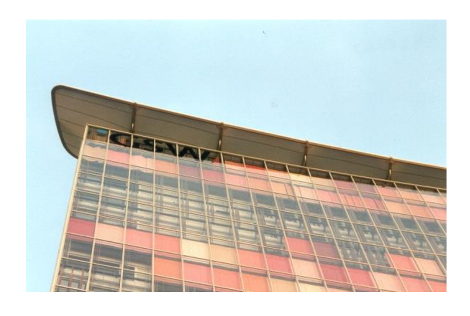
يقع المبنى فى مدينة برلين ألمانيا، وهو من تصميم شركة زواربروخ هوتن، وتم تنفيذه فى الفتره من عام 1995م إلى عام 1999م، ويتكون من 22 طابقاً. ويتميز بواجهة ملونة تتفاعل مع البيئة، شكل (4). الغلاف الخارجى عبارة عن زجاج مزدوج بسمك10مم ويوجد فضاء بين الطبقتين بسمك 9,م. صمم المبنى من قوس ذو إنحناء خفيف فى المسقط الأفقى، يبلغ طوله 65م بعرض 7,2م فى النهايات بزيادة فى العرض ليصل إلى 11م فى المركز، تم تحديد إرتفاع الطابق 3,25م مثل البرج القائم. يقع مبنى GSW الجديد فى الاتجاه الغربى من المبنى الرئيسى المكون من 17 طابق وبالتالى يحميه من الرياح السائدة مخففاً للمشاكل البيئية التى تعرض لها المبنى القديم. تشمل الواجهة الغربية المداخن الشمسية وهى الفراغ بين الطبقتين والتى تعمل كمصد للرياح[3]. هذا المبنى لا يوفر فقط بيئة العمل المثالية ويسيطر على الطاقة السلبية، ولكن الفكرة الإنشائية تزيد من قيمة الفراغ[4].



شكل (4) واجهة برج GSW

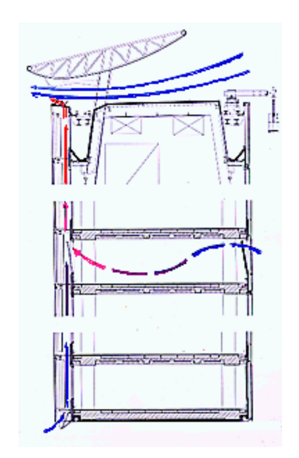
يحتوى المبنى على عدة أنظمة ذكية مثل:

- المظلة أعلى المبنى وشكل غشاء المظلة الذى يعزز تأثيرها، ويجعلها تخفض الضغط بين المبنى والمظلة، وبالتالى تتحكم فى سرعة الرياح فى تلك المنطقة وتخرج الحرارة خارج المبنى[5]، شكل (5).



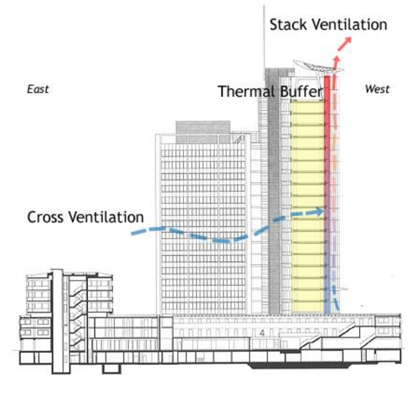
شكل (5) يوضح شكل المظلة أعلى البرج

- برامج تدفقات الهواء التى تتحكم بفتحات التهوية وتتوقع درجة حرارة الغرفة، وبذلك ترتفع الكتلة الحرارية ويتم تصميم التظليل الشمسى على أساس تلك التوقعات والمعلومات[6]، شكل (6).
- تعمل الأنظمة ذكية على تحقيق راحة حرارية عالية فمثلاً درجة الحرارة الداخلية 27ْ عندما تكون درجة الحرارة الخارجية 32ْ.



شكل (6) تدفقات الهواء وتحكمها فى فتحات التهوية

- إرجاع الهواء المستخرج من المبنى إلى غرفة المحطة المركزية فى الطابق الثانى والعشرون (تحت السقف) عن طريق روافع لاسترداد الحرارة فى فصل الشتاء.
- توفير التبريد اللازم فى فصل الصيف بواسطة رذاذ المبردات وعجلات الحرارة المجففة المجدد من إمدادات التدفئة المركزية.
- إمكانية التحكم بالألواح الملونة يدوياً وأتوماتيكياً للسماح بتهوية أكثر أو أقل، بينما تواجد الفتحات والنوافذ على الجانب الآخر يعمل معاً لخلق مزيد من قابلية التهوية، ويخلق هذا منطقة عزل حرارى بين الداخل والخارج. مما يتيح للمبنى تحقيق وفرات فى الطاقة من 30% إلى 40%[7]، شكل (7).



شكل (7) خلق منطقة عزل حرارى بين الداخل والخارج

- استخدام نظام الإدارة المركزية بالمبنى سواء للتشغيل الميكانيكى للتهوية أو إمكانية المستخدمين إختيار مناطق فردية فى أى من التهوية ميكانيكياً أو طبيعياً بواسطة وحدات تحكم بسيطة[8].

ونتج عن التصميم الذكى وتكامل الأنظمة الذكية بالمبنى[9]:

- خلق منطقة عزل حرارى بين الداخل والخارج.
- حقق المبنى وفرات فى الطاقة من 30% : 40%.
- الاعتماد على التهوية الطبيعية حوالى 70% من السنة.
- ساهم البرج فى تجديد المنطقة حوله.

3-3 مبنى مركز البحرين التجارى العالمى

يقع بمدينة المنامة، البحرين، من تصميم Atkins Design Studio، تم الانتهاء من البناء فى عام 2009م، وفاز بالعديد من الجوائز كجائزة NOVA عام 2009م فى الإبتكار لدمج التكنولوجيا لتحسين الجودة وخفض تكلفة التطوير، وفاز Atkins بجائزة معمارى العام عن تصميم مبنى مركز البحرين التجارى العالمى[10]. البرج عبارة عن 50 طابق بإرتفاع 240م، ويتكون من برجيين مدمجين، شكل (8). يقدم التصميم المعمارى للبرج مصدر لطاقة متجددة، وتتكون واجهة المبنى من الزجاج الذى يسمح بدخول ضوء الشمس ويعكس حرارتها عن المبنى.

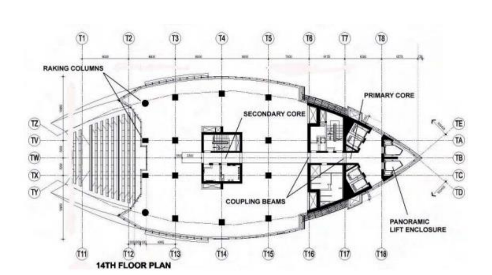


شكل (8) مركز البحرين التجارى العالمى

يوجد ثلاث توربينات رياح ضخمة بقطر 29م تدعمهم الكبارى بين البرجين، وتولد حوالى 15% من الطاقة التى يحتاجها المبنى، وفى الحالات الجوية القاسية والرياح الشديدة صممت التوربينات أن تبطئ من سرعاتها تلقائياً لتجنب أى خطر، تم تصميم شكل الواجهات لتوجيه الرياح نحو التوربينات من أجل خلق مزيد من سرعة الرياح، وتقوم توربينات الرياح بتحويل طاقة الرياح الحركية إلى طاقة ميكانيكية على هيئة كهرباء[11].

يدمج البرج مجموعة من الأنظمة الذكية ليصبح أول مبنى ذكى فى المملكة يقدم الإستخدام الأمثل للطاقة فى وظائف التدفئة والتبريد والإضاءة والأمن:

- يستخدم أنظمة إدارة المبانى الذكية IBMS لمراقبة وإدارة البنية التحتية وتشغيل المرافق. تعمل نظم التشغيل الآلى إدارة الزوار من مواقف السيارات إلى السماح بدخول المبنى ونظم إدارة الحجز للمشاركة فى مرافق البرج ومكتب المساعدة عبر الأنترنت لطلبات الصيانة والخدمات.
- تم تجهيز البرج بنظام الكابلات الهيكلية SCS التى تدمج كل أشكال المراقبة وإدارة البيانات والطاقة مع أنظمة التشغيل[12].
- يضم البرج أحدث أنظمة المراقبة وتشمل أحدث الدوائر التلفزيونية المغلقة للرصد ومراقبة وصول المستخدمين، وكذلك أحدث نظم الإنذار والإستجابة، مع إدارة الأزمات والطوارئ وبروتوكول التعافى من الكوارث.
- يستخدم البرج نظام VAV النموذجى للحد من الطاقة المفقودة فى التبريد والتهوية، وأدرجت مناطق عازلة بين الهواء الخارجى ومساحات الهواء المكيف. يوجد لكل مكتب عداد طاقة خاص، يسمح بالتحكم الفردى لإستخدام الطاقة ومراقبة الإستهلاك والتكاليف. يتم تبريد البرج عن طريق إستخدام أنظمة تكييف هواء مبتكرة، تسمح بكفاءة وإدخار أمثل وتوفر بديلاً سليم بيئياً لأنظمة التبريد التقليدية من خلال إعادة تدوير المياه. الأسطح من الحصى توفر عزل حركى، فى حين أن الشرفات على الواجهات المائلة توفر التظليل.



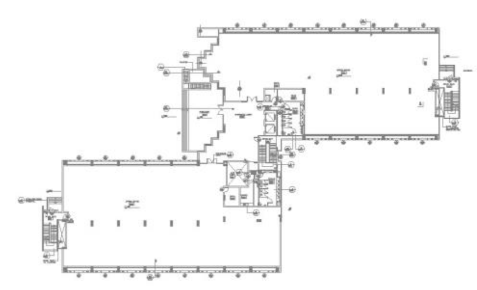
شكل (9) مسقط أفقى لأحد طوابق برج البحرين التجارى العالمى

4-3 مبنى B19 شركة تنمية وإدارة القرى الذكية بالقرية الذكية

تأسست شركة القرى الذكية فى مصر نوفمبر 2001م. تم الإنتهاء من إنشاء المبنى يناير 2009م، بتكلفة 95مليون جنيه، يقع المبنى على مساحة 15,400م2، ويوجد فى نفس المبنى شركة نوكيا وهى المستأجر الأول فيه، والمبنى عبارة عن طابقين بدروم وخمسة طوابق علوية، وتتكون الواجهات من 60% من الزجاج المزدوج، الذى يسمح بدخول ضوء النهار، وهو من ضمن الطابع المعمارى العام للقرية[13].


شكل (10) مبنى شركة إدارة وتنمية المدن الذكية

وأعتمد فى التصميم الداخلى للمبنى على المساحات المفتوحة وتقسيم أجزاء منها عن طريق قواطيع لتقسيم مساحات محددة لغرف المدراء أو قاعات الإجتماعات، شكل (11).


شكل (11) المسقط الأفقى للأدوار المتكررة

يعمل المبنى عن طريق نظم التشغيل الآلى، التى تقوم بالتحكم فى أنظمة التشغيل بشكل كلى كنظام تكييف الهواء، فالمبنى بالكامل يعتمد على التهوية الصناعية من خلال أنظمة التهوية والتكييف، أما كل من نظام الإضاءة الصناعية وشبكة الكهرباء فالتحكم بهم يتم بشكل جزئى، ويعتمد نظام إدارة المبنى على المعلومات والبيانات المسجلة به من بداية تركيب وتشغيل النظام، مثل تحديد فترات العمل ودرجات الحرارة المطلوبة وكمية الإضاءة الصناعية المطلوبة، ويتم تحديث البيانات أو تغيرها بطريقتان: إما عن طريق المهندس المسؤل عن تشغيل النظام، أو عن طريق وحدات إستشعار الحركة motion sensors، والتى ترتبط بأنظمة التشغيل الآلى التى تعمل على تقليل الطاقة المستهلكة، ووحدات إستشعار الدخان المرتبطة بأنظمة مكافحة الحريق، والمرتبطة أيضاً بنظم إدارة المبنى والتى تقوم بإصدار إنذار لتحذير العاملين بالمبنى، وتحديد مكان المشكلة، لسهولة وسرعة التوجه لحلها، مما يقلل من المخاطر والخسائر المحتملة إذا لم تتوفر تلك الأنظمة.

3-5 مبنى راية بلازا "Galleria 40"

يقع فى مدينة الشيخ زايد على طريق 26 يوليو الرئيسى، على مساحة 17,000م2، ومساحته الكلية 76,724 م2، ويشمل مركز تجارى ومرافق رياضية وحمام سباحة داخلى، وجراج يسع لأكثر من 1000 سيارة، شكل (12). تصل التكلفة الاجمالية للمبنى إلى 470 مليون جنيه، وتزيد تكلفة إنشائه عن الأساليب التقليدية بنسبة من 20% إلى 30%، إلا أنه يوفر فى مرحلة التشغيل من 25% إلى 35%، تزيد تكلفة الايجارات بالمبنى 10% عن المكاتب التقليدية، ولكنه يعطى عائد اقتصادى للمالك، والمستأجر نتيجة لتوفير 35% من استهلاكه الشهرى للطاقة[14].


شكل (12) مبنى Galleria 40

يتميز بتصميم عصرى يقدم حلول تكنولوجية، وهو أول مجمع تجارى متعدد الإستخدامات فى مصر يحصل على إعتماد LEED. تم إطلاقه من خلال شركة راية للأبنية الذكية، ويضم مراكز تسوق فاخرة ومكاتب إدارية خضراء، تم الانتهاء من تنفيذه 2014م. يهدف تصميم راية بلازا إلى وضع معيار جديد لتكنولوجيا المبانى الخضراء والبنية التحتية الذكية فى مصر مؤكداً على دور شركة راية الرائد فى سوق الحلول التكنولوجية، فقد صممت لتكون نموذجاً للاستدامة وكفاءة استهلاك الطاقة. تم تنسيق المشروع من تخطيط الموقع وتصميم المناظر الطبيعية مع الفكرة المعمارية من تصميم شركة المعمارى العالمى كالسيون، وهى ليست فقط واحدة من أكبر شركات الهندسة المعمارية فى العالم، ولكنها أيضاً الشركة الرائدة فى التصميم المتعدد الاستخدامات، فى الولايات المتحدة الأمريكية. وقد تم التركيز على دمج مبادئ الاستدامة لإحياء بيئة عمل صحية ووفرات كبيرة فى التكاليف التشغيلية.


شكل (13) المسقط الأفقى للطابق الأرضى لمبنى Galleria40

الأنظمة الذكية المستخدمة :

- نظام تكييف وتنقية الهواء: يحتوى على وحدات إمداد الهواء النقى التى تعمل على تنقية وتبريد الهواء، ومراوح سحب الأدخنة أو العوادم وتعمل كأجهزة استشعار لأنظمة الحريق، بالإضافة إلى أجهزة إستشعار تحدد نسبة غاز co2 فى الجو ونظام VSD لتحسين إستهلاك الطاقة أثناء التشغيل.
- أنظمة الاضاءة: وجود أجهزة إستشعار لتشغيل الاضاءة وتحديد الكمية المطلوبة حسب عدد المستخدمين أو الوقت وكمية الاضاءة الطبيعية المتوفرة.

– مولد UPS: يقوم بتوليد حوالى 25% من الطاقة المستخدمة.
– أنظمة الطاقة الشمسية: يتم تسخين المياه فى المبنى من خلالها، مما يقلل من كمية الطاقة المستهلكة.
– نظام المراقبة: يتم تأمين ومراقبة كل جزء فى المبنى من خلال نظام المراقبة الشامل[15].
– تم تجهيز الطابق السفلى بالمعدات ومراوح سحب العوادم، وأجهزة الاستشعار المراقبة لنسبة ثانى أكسيد الكربون.

واحد من أبرز جوانب المشروع هو الحائط الأخضر، وهو عبارة عن 12م إرتفاع وبطول 100م وهو عبارة عن حديقة عمودية وشلالات، ويخلق بيئة فريدة من نوعها، شكل (14).



شكل (14) الحائط الأخضر بمبنى Galleria40

تم إختيار شركة سيمنز كقوة عالمية فى مجال الالكترونيات والهندسة الكهربائية لإدارة المرافق وصيانة المجمع التجارى الذكى الجديد Galleria 40 مع حلول الأمن وإدارة أنظمة المبنى. مكنت حلول سيمنز Galleria 40 من تحسين كفاءة الطاقة وتوفير الصيانة وتقارير الرصد والتحكم وزيادة راحة المستخدمين وضمان جودة الهواء فى الأماكن المغلقة، قلل كل ذلك من استهلاك الطاقة بنسبة من 24% إلى 50% عنه فى المبانى التقليدية.
لمعرفة تأثير العمارة الذكية على العمارة المعاصرة سيتم عمل مقارنة بين أمثلة المبانى الذكية السابقة:

جدول(1) يوضح تأثير العمارة الذكية على تصميم المبنى

	شكل الكتلة	الواجهة	مواد تشطيب	التصميم الداخلى	عناصر الإتصال	وسائل التظليل
Swiss Re	يخلق فوارق ضغط خارجية يتم استغلالها كنظام للتهوية الطبيعية. وزاد من امكانية تغلغل الإضاءة الطبيعية إلى داخل المبنى.	طبقتين من الزجاج تحصران فراغ من الهواء، ويوجد ستائر بين الطبقتين، و تعمل كنظام تكييف طبيعى لكل المبنى.	زجاج مزدوج قابل للفتح. كاسرات شمس وإطارت من الألومنيوم.	سمح بوجود مساحات مفتوحة خالية من الأعمدة. أعطى مرونة وسهولة لتكيف الفراغات مع الاستخدامات المختلفة.	أنظمة مصاعد ذكية	ستائر من الألومنيوم بين طبقات الواجهة
GSW Headquarter	يحمى من الرياح السائدة مخففاً للمشاكل البيئية	واجهة ملونة تتفاعل مع البيئة	الزجاج الملون واللوحات المعدنية	واجهة ممتدة وتصميم مفتوح يسمح بوصول الإضاءة الطبيعية والتهوية لداخل المبنى.	أنظمة مصاعد ذكية	الألواح المعدنية على الواجهة. المظلة أعلى المبنى تتحكم فى سرعة الرياح وتخرج الحرارة من المبنى.
Bahrain World Trade Center	يقدم للبرج مصدر لطاقة متجددة	توجه الرياح نحو التوربينات لزيادة سرعة الرياح	زجاج يسمح بدخول ضوء الشمس ويعكس حرارتها عن المبنى.	تصميم مفتوح يسمح بوصول الإضاءة الطبيعية والتهوية لداخل المبنى.	أنظمة مصاعد ذكية	الشرفات على الواجهات المائلة توفر التظليل
مبنى شركة تنمية وإدارة القرى الذكية	تتميز بالبساطة	60% من مساحة الواجهة من الزجاج	الزجاج المزدوج مع دراسة إستبدالة بأنواع أكثر كفاءة وبها خلايا للطاقة الشمسية.	تصميم مفتوح وإستخدام القواطيع فى تقسيم الفراغات.	سلالم تقليدية بالإضافة إلى أنظمة مصاعد ذكية	لا يوجد
Galleria 40	ثلاث وحدات متصلة بإرتفاع من أربع إلى 6 أدوار	بسيطة		تصميم وحدات تجارية بمساحات واسعة وواجهات زجاجية للعرض	أنظمة ذكية للتحكم ف السلالم والمصاعد الكهربائية	لا يوجد

جدول (2) تحديد مستوى ذكاء المبانى من خلال تطبيق الأنظمة التقنية

النظام / المبنى	الأنظمة التقنية					
	نظام التشغيل الآلى		نظام إدارة المرافق			
	مراقبة	تحكم	إدارة مالية	إدارة الفراغ	إدارة التشغيل	إدارة السلوك
Swiss Re	●	●	●	●	●	●
GSW Headquarter	●	●	●	●	●	●
مركز البحرين التجارى	●	●	●	●	●	●
B19	●	-----	-----	●	------	●
Galleria 40	●	●	●	●	●	●

جدول (3) تحديد مستوى ذكاء المبنى من خلال تطبيق الأنظمة البيئية

النظام / المبنى	الأنظمة البيئية						
	أنظمة التهوية والتكييف		أنظمة الإضاءة		أنظمة إدارة الطاقة		
	طبيعية	صناعية	طبيعية	صناعية	توليد طاقة	طاقة متجددة	ترشيد الإستهلاك
Swiss Re	●	●	●	●	-----	●	●
GSW	●	●	●	●	-----	●	●
مركز البحرين	●	●	●	●	●	●	●
B19	-----	●	●	●	-----	-----	●
Galleria 40	●	●	●	●	-----	-----	●

جدول (4) تحديد مستوى ذكاء المبنى من خلال تطبيق أنظمة التأمين

النظام / المبنى	أنظمة تأمين ما بعد التشغيل		
	أنظمة إدارة الصيانة	أنظمة مراقبة الوصول	أنظمة إنذار الحريق
Swiss Re	●	●	●
GSW Headquarter	●	●	●
مركز البحرين التجارى العالمى	●	●	●
B19	●	------	●
Galleria 40	●	●	●

جدول (5) تحديد مستوى ذكاء المبنى من خلال تكامل الأنظمة الذكية

النظام / المبنى	تكامل الأنظمة		
	البنية التحتية	أنظمة التشغيل	أنظمة تكنولوجيا المعلومات
Swiss Re	●	●	●
GSW Headquarter	●	●	●
مركز البحرين التجارى العالمى	●	●	●
B19	●	●	●
Galleria 40	●	●	●

4-النتائج:

يتضح من خلال تحليل الأمثلة السابقة والمقارنة بينها أن تطبيق العمارة الذكية من بداية التصميم لا يؤثر على شكل كتلة المبنى فهو يعطى حرية كاملة للمصمم ولا يفرض عليه أى محددات، ولكنها تؤثر على مواد التشطيب والتصميم الداخلى وشكل الواجهات فكل هذه التغيرات تزيد من ذكاء المبنى وينتج عنها توفير فى الطاقة أثناء التشغيل بالمقارنة بالمبانى التقليدية وكل ذلك يزيد من القيمة الفعلية للمبنى ويعمل على تحسين كفاءة الإنتاج وراحة المستخدمين. ويتضح أيضاً أن تطبيق أنظمة العمارة الذكية وتكاملها معاً يزيد من مستوى ذكاء المبنى ويوفر المساحات التى كانت تشغلها أجهزة الأنظمة التقليدية أو الأنظمة الذكية المنفصلة، وهى أيضاً تزيد من القيمة الفعلية للمبنى وتزيد من كفاءة الطاقة والإنتاج وراحة المستخدمين. ويمكن أن تضاف أنظمة العمارة الذكية على المبانى القائمة ويتحول المبنى إلى مبنى ذكى ولكنه لا يصل إلى نفس مستوى ذكاء المبانى المصممة بذكاء.

يعطى نظام إدارة الطاقة معلومات عن استخدام الطاقة والتكلفة بهدف تقليل الاستهلاك بالإضافة إلى الحفاظ على البيئة وراحة وأمان المستخدمين عن طريق توفير مجموعة من البرامج لتحسين استخدام الطاقة فى المبنى وتقليل التكلفة والتأكد من أن المعدات تعمل بطريقة فعالة، ومن هذه البرامج (16):

- برامج الرصد والمراقبة وهى تتتبع فواتير الكهرباء والمياه وغيرها لمراقبة الاستخدام والتكاليف ثم مقارنتها بالمتوقع والمدرج فى الميزانية.
- برامج الصيانة التى تضمن الصيانة السليمة للمعدات عن طريق جدولة الصيانة على فترات منتظمة بناءً على البيانات والتوصيات، والمعلومات الصادرة من أجهزة الإستشعار.
- برامج التقييم ومقارنة استخدام الطاقة فى المبانى المماثلة.

5- التوصيات

يوصى البحث فى إطار النتائج السابقة بما يلى:

- تحفيز المستثمرين على تطبيق العمارة الذكية من بداية تصميم المشروع أو تطبيقها على المبانى القائمة، عن طريق الإعفاء من الضرائب العقارية على المبانى الذكية، أو تخفيض فواتير الطاقة أو غيرها من طرق التحفيز.
- سن وتشريع قوانين الحفاظ على الطاقة ووضع سياسات إستخدامها داخل المبانى، وتحديثها كل بضع سنين بما يتناسب مع التطور التكنولوجى.
- توجيه الاستثمارات لتصنيع أجهزة الأنظمة الذكية ومواد التشطيب الذكية وخلايا الطاقة الشمسية محلياً لجعلها متوفرة وسهلة التطبيق.
- إستخدام عدادات الكهرباء الذكية وأجهزة الاستشعار لتسجيل استخدام الطاقة وتوصيل المعلومات للمحطات ولمستخدمى المبنى لتنظيم استخدام الطاقة وخفض قيمة الاستهلاك وزيادة المنافسة على ترشيد الإستهلاك.
- تشجيع المستخدمين على توفير الطاقة من خلال مشاركة معلومات الطاقة على شاشات أو لوحات عرض مثلاً، أو من خلال وضع معايير كفاءة الطاقة وخلق المنافسة الداخلية.

المصادر والمراجع

(1) Wang Shengwei, Intelligent Building and Building Automation,(2010), P.7

(2) أسماء مجدى فاضل.العمارة الذكية وانعكاسها التكنولوجى على التصميم.رسالة ماجستير.كلية الهندسة.جامعة القاهرة.2011. ص162

(3) Harris Jude, Wigginton Michael, intelligent skin,(Italy,2002), p50

(4) www.architravel.com/architravel/building/gsw-headquarters, Mar/2015

(5)http//Charchitecture.wordpress.com , Oct/2013

(6)www.tensinet.com/database/viewproject/4268.html, Feb/ 2015

(7) http://inhabitat.com/berlins-gsw-headquarters-saves-energy-with-a-thermal-flue-passive-ventilation-system, Jan/2012

(8)www.architectureweek.com, Nov/2013

(9)www.archidose.org,Oct /2013

(10)www.designbuildnetwork.com/projects/bahrain-world-trade-centre, April/2015

(11)http://sustainablefuture2014.blogspot.com.eg/2014/01/documentry-about-bahrain-world-trade.html,April/2016

(12)www.greendesignetc.net, Mar/2015

(13) www.shutteringeg.com/projects/adminstrative-buildings-contracting-steel-structure-companies-in-egypt/40-b-2215-office-building-smart-village , 4/2015

(14)www.alborsanews.com, May/2016

(15) www.galleria40.com , Mar 2016

(16) Sinopoli James, Smart Building Systems for Architects Owners and Builders,(london, 2010) , P.135